从朗道势垒到奥数 -- 我对未来教育和科学的看法

作者 顾立帆

—— 水往低处流。水可能还会往前流一点，但失去了部分势能，还有各种耗散。

1949 年诺贝尔生理医学奖 leukotomy 存在严重的实验检测错误，并造成灾难性误导。但至今无法纠正。在科学研究上，有错不纠，蔓延开来，会损害科学和文明的基础。

Turing Test 和主流教科书 AI: A Modern Approach 有哲学基础和测试理论上的问题 [1]，该教科书的 Wind Tunnel approach 已造成严重后果；权威学术杂志 Nature 上 AlphaGo Zero 论文中的 superhuman 宣称；破坏了学术语义和科学实验的严谨；Technological Singularity 和“人类正在扮演上帝的角色”的观点，甚至出现在专业研究人士中间；而把脑研究比作登月项目的官方观点，更是惊人的无知 [2]。

这些说明：现实中真正奉行的研究哲学有严重隐患。科学基础和方法上的严重误解，已蔓延到许多方面。科学起源于哲学。科学的基础，不是数学，也不是经验，而是证伪实验。科学实验也不同于经验测试。过分注重技巧，排斥基础理论，排斥对科学的哲学基础的研究分析，会造成科学哲学上的无知和学术上的诡辩盛行。

学术语义和科学实验的严谨一旦被打破，教育、学术研究、和司法等等许多方面，都会出现全局性严重后果，瓦解科学和文明的基础，危及未来的发展 [3]。

本文从 leukotomy 开始，分析教育和科学研究面临的危机和挑战。

一、Leukotomy 和 BRIAN Initiative

Leukotomy 造成严重问题，原因包括：

1）选择手术对象时没有区分 personalities 和 mental diseases。由于对 personalities 缺乏研究，目前仍无法准确区分两者。这也使得使用基因技术的 BRAIN Initiative 项目更加危险 [4]。

2）给 leukotomy 授与诺贝尔奖时，没有正确地检验 leukotomy 的后果，对提出警告者也没有重视。而本人对 BRAIN Initiative 提出的警告和对 AlphaGo 系列提出的检验要求，也没有被重视。

3）手术对 personality 和 intelligence 有严重损伤。连大规模实施者 Walter Freeman 都在一定程度上承认。由于缺乏对 personality 和 intelligence 的理解，事后的统计无法反映其损伤 [5]。

而无法理解 personality 和 intelligence，是由于缺乏正确描述 personality 和 intelligence 的语言、缺乏开拓科学新学科所需要的哲学性思考和分析，而造成的无知。

另外，leukotomy 获得诺贝尔奖之前的研究，没有作严格控制条件的科学实验，仅仅凭经验性的手术尝试作出主观的评估。这种主观评估跟后来发现的灾难性后果明显不符。

而缺乏严格控制实验条件的主观评估，也正是 Turing Test 的问题之一。Nature 上 AlphaGo Zero 论文中的 superhuman

宣称，也是缺乏严格控制条件的实验情况下的主观评估。因为 superhuman 是针对 generic 的 human，只要有人能设计出证伪的实验，就可以否定该宣称。

Leukotomy 的诺贝尔奖有错不纠，和 Nature 上 AlphaGo Zero 论文中的 superhuman 宣称拒绝严格控制条件的实验证伪，显示 peer review 有严重问题。Peer review 也是主观评估 [6]。

从 leukotomy 开始的问题已经危及脑和智力研究及相关领域，包括 BRAIN Initiative 项目。

二、**Technological Singularity** 和 **AlphaGo** 系列的问题

Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文，宣称 AlphaGo Zero 取得了 superhuman 的 performance。但 superhuman 的概念跟 generic 的 human 有关。该论文并没有提供任何 superhuman 的证据。

AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 并不是 superhuman 的证据；电脑围棋胜过一些对计算机和人工智能重要的本质问题尚缺乏了解的棋手，也不是 generic 的 superhuman 的证据。这种 game 只是经验测试，不是科学实验。科学实验需要根据科学原理的分析，设计严格控制条件的针对性实验。

只要有人设计出能证明 AlphaGo Zero 在围棋上不具 superhuman 特质的证伪实验，就可以否定该宣称。科学结论必须接受别人严格控制条件的科学实验的证伪。但 AlphaGo Zero 至今拒绝本人设计的证伪实验。

所以，AlphaGo Zero 的 Nature 论文中的 superhuman 宣称，根本不是科学结论。这个宣称，破坏了学术语义和科学实验的严谨。

科学的基础是证伪，不是经验。逻辑实证主义在科学哲学上是有问题的。因为逻辑判断使用的语言和经验证据之间可能有很大的差别，也就是说经验证据往往不能真正支持逻辑判断。而科学的原理分析，可以发现两者之间的差别。

比如，不管地球上有多少人看到太阳东升西落，也不能证明太阳回绕地球转。不管电脑围棋多少次在 game 中战胜人类，也不能证明电脑围棋有 superhuman 特质。

有再多的经验证据，也不能得出科学结论。还要看别人能不能设计出证伪实验。只要有人能设计出严格控制实验条件的证伪实验，就可以否定经验结论。

近年有人根据人工智能的一些成功经验，炒作 Technological Singularity，实际上是对科学哲学的无知。会误导了脑和智力的研究。

我无意贬低电脑围棋的进展。事实上，我是鼓励电脑围棋的研究。早在 Deepmind 成立之前，我就分析认为电脑围棋可以击败人类顶级棋手，因为围棋是在很小空间里的高度规则化游戏 [7]。这已被证实。但这并不意味电脑围棋有通用智力潜力或超人能力。

AlphaGo Master 击败柯洁后，很多人开始膜拜 AlphaGo Master。而我指出：AlphaGo Master 虽然赢棋，但只要不是最优解，就可能走的是无理棋。这也已被证实，因为 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 意味着 AlphaGo Master 很多离谱的走法其实是无理棋。

见到的 AlphaGo Zero 棋谱中，对 AlphaGo Master 的二十局是 AlphaGo Zero 最后版（或稳定版）[8]，有很不寻常现象：AlphaGo Master 执黑的十盘棋中，布局至 16 手完全一样。而 AlphaGo Zero 执黑的十盘棋中，布局至 18 手完全一样，AlphaGo Zero 输棋的 14、16 局，至 45 手完全一样。所以有如下问题：

1）在 Nature Magazime 上发表两篇 AlphaGo 系列文章后，Deepmind 有没有在这二十局棋里把 AlphaGo Zero 和 AlphaGo Master 对局的情况，全面准确地告诉公众？如果答案是，则：

2) 公布的这二十局棋谱中，所出现的布局高度类同，是由于 AlphaGo Zero 接近围棋最优解，还是陷入 local trap？如果认为是前者，需

要用严格控制条件的严谨实验来验证。如果是后者，AlphaGo Zero 走的也是无理棋，而 superhuman 的宣称可能对围棋和智力科学研究带来严重误导。

其实 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master，本身就是人类击败 AlphaGo Master 的证据：人类靠设计新算法系统击败了 AlphaGo Master，而 AlphaGo Master 自身的进化速度远不及人类根据系统结构分析来设计新算法的速度 [9]。Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文发表前几个月，我就针对 AlphaGo Master 怀疑：利用自我对弈收集数据和 deep-learning 来涨棋，几年后其效果会不会暴露出局限？事实上，AlphaGo Master 的弱点不到四个月就暴露。

即使人类能设计更新的算法击败 AlphaGo Zero [10]，仍不能证明更新的算法有 superhuman 的特质。我设计的证伪实验也可以证伪 AlphaGo Zero 的后继方案。

我验证 AlphaGo 系列有没有 generic human 的围棋智力的实验并不复杂。围棋下得不好的我也可以做实验，只要 Deepmind 同意在实验上合作。目的是找出人工智能技术普遍而严重的问题。我的实验的更大价值在于较准确地测试 AlphaGo 系列的围棋智力上限，这需要一流人类棋手和 AlphaGo 系列对弈，要有使其暴露弱点的方法。而在普通而公平的围棋比赛中，人类一流棋手是否仍有可能击败 AlphaGo 系列，也需要进一步验证。

我设计的实验，实验结果和结果分析会全部公开。别人可以对实验过程和结果作分析、推敲。这才是真正的科学实验方法。如果人类棋手在我设计的公正实验条件下也能胜过 AlphaGo 系列，意味着 AlphaGo 系列所依赖的人工智能技术有严重的缺陷 [11]。这对脑和智力的研究、以及人工智能的发展都有很大价值。

我设计的实验，基于 Turing Machine 和人工智能的局限性，不需要 AlphaGo 系列论文和棋谱中的信息，所以可以验证人工智能和计算机本身的局限性。但出于对科学和公众负责，论文作者应该公布跟论文有关的全面准确的实验结果：包括 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Master，和最后版（或稳定版）的 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Zero 的更多棋谱，等等。

基于数据的人工智能或统计方法，无法解析未来的模式演变。如果模式演变不稳定，会产生严重误导。有些以前几乎不出现的问题，模式演变后，甚至可能成为大概率事件。要了解智能的模式演变是否稳定，需要研究智力的基础理论 [12]。

三、数学危机和智力基础理论研究

科学中虽然大量使用数学，但哥德尔定理实际上已经说明数学不能用来判断科学上的正确性。Turing Machine 及其各种变种，都是数学的子集，当然也不能判断科学上的正确性。不了解 Turing Machine 上的各种问题，夸耀 Universal approximation 只能是误导。

科学起源于哲学。科学的基础是 Socratic method 和科学实验，都需要大量使用自然语言来描述、分析和讨论。科学论文也大量使用自然语言和哲学性思考和分析。忽视、排斥科学哲学的人，很可能用一种错误的哲学来看待科学，比如经验哲学或实用主义。

第一次数学危机，其实跟哲学有关。科学哲学在 Karl Popper 以后，基本停滞不前。所以需要新的语言来研究智力现象及其和数学、物理学、生物学的不同和关系。对毕达哥拉斯体系和无理数的引入，以及各次数学危机的本质，也需要重新认识 [13]。

对第一次数学危机引起的智力和知识结构的演变，作重新认识，超越了数学和物理学，涉及科学的本质，是哲学和智力问题。生命需要在热力学的熵定律之上发展，这涉及生命的本质。智力也不同于能量。所以，智力科学也不同于物理学。

Neurosciences 在视觉、听觉、情绪、运动等动物和生理层次的研究上，有很多进展。但对 human specific intelligence 的研究却无法深入，也无法设计出对人工智能的证伪实验。所以智力科学也不同于普通的生物学。

人工智能的研究，从 Alan Turing，到 Geoffrey Hinton，到 Demis Hassabis，技术还在发展，但思考深度和境界却在递减。AlphaGo 系列在算法设计上有进步，在是否超越人类智力这一方向性问题的分析上，却误导了人工智能的发展。

Demis Hassabis 混淆了人类直觉和 deep-learning，reinforcement 等等人工智能技术的区别 [14]，还在 Nature 论文中宣称 AlphaGo Zero 在围棋上有 generic 的 superhuman 特质，破坏了学术语义和科学实验的严谨。作出科学结论前，应该先接受别人的证伪实验。他只主导了一些应用开发，而 Geoffrey 提出了较系统的思考和方法。

Turing Machine 为计算机提供了抽象的理论模型，可以用来分析人工智能、电子计算机、和未来量子计算机的局限性。 Geoffrey Hinton 对计算机的理解，没有达到 Turing Machine 的本质，也就无法超越 Alan Turing 的思想境界，难以理解人工智能的局限性。

科学起源于哲学。重要科学学科的开创，均以哲学性思考为先导，慢慢引入数学。智力现象仍然遵守物理学、化学、生物学的规律。要理解人工智能和计算机的局限性，研究人类和人工智能更好的合作模式，仍然需要哲学性思考为源泉：

一、可以先研究从伽利略的 Dialogue Concerning the Two Chief World Systems [15]，到广义相对论的发展过程，去理解科学规律的本质，理解科学实验和经验测试的不同。

二、还可以研究从波义耳的 The Sceptical of Chemist，到元素周期表，到量子物理的标准模型的发展过程，去了解科学的深入和具体。

三、还可以研究从达尔文的 On the Origin of Species，到遗传学，到生物学综合的发展过程，去理解生命的本质。

在此基础上，发展出更准确的智力概念和语言、哲学基础、和数学形式，来理解 human specific intelligence。需要设计有针对性的实验，来收集少数的临界性和其它本质性信息，来形成和发展结构性理论。这跟 big data 技术刚好相反，也无法由 big data 技术来完成。而 BRAIN Initiative 项目对 big data 方法的过分倾斜，使真正的 human specific intelligence 基础理论研究得不到资源而受排斥。

Big data 是数学，不是科学。不澄清这点，智力科学的新思想就得不到形成的机会。把智力研究转化成科学，可以从可验证的 AlphaGo 系列的问题着手，逐步深入。

智力科学，研究的是智力原理，不是智谋智术。我设计的电脑围棋实验，测试的也不是棋艺，而是智力原理。哲学家和基础科学家，本来就是研究原理的，有长远社会价值，但没有短期效益。跟苏格拉底和伽利略一样，都是弱势群体，也难以说服公众。

诡辩家才是以智术取胜的社会优势者，是能利用社会的智者。但如果以诡辩扭曲学术和科学，控制研究资源，则会从内部瓦解科学和文明的基础。

凡是享受现代教育、现代生活的人，都应该对希帕索斯和伽利略感恩。虽然他们最重要的研究工作，并没有给他们自己带来经济回报，但有这样的人为了追求学术真相而牺牲自己的生活甚至生命，科学才能够持续发展到今天。

四、教育和科学研究中的危机

朗道势垒是苏联物理学家朗道招收学生的最低测试，以难度著称。成功通过朗道势垒本身并不是学术研究的成就。

国际数学奥林匹克（奥数）也起源于苏联的中学数学竞赛，但知识层次较低，针对中学的学生。奥数获奖，虽然是荣誉，但也不是学术成就。象中国的微雕艺术，是有趣而令人尊敬的技艺，但不是学术研究的主要目的。

关注点从朗道势垒到奥数，体现了所关注的知识层次的降低（也是学术境界的降低），和参与人数的进一步扩大。

作为爱好者的活动，奥数可以在年轻学生中提升、培养对数学的兴趣。但把奥数竞赛当作教育的主流指标，却有很多弊端。如果因此过分注重技巧的训练，忽视和排斥对哲学和科学方法的教育和发展，更会破坏教育的全面发展，并危及未来的科学研究 [16]。

科学研究建立在语义和科学实验的严谨上。其需要的一些本质思考和实验方法，从奥数和其他类似的高难度、浅层次、纯技巧训练中是得不到的。

科学哲学在 Karl Popper 以后，基本停滞不前，不但导致智力研究在理论上误入歧途，也使科学研究在整体结构上越来越难以突破。很多耗资巨大的实验结束后，既证明不了什么本质，也否定不了什么本质，使新的科学理论无法成熟、诡辩又开始在学术界流行。

好的科学实验，是要找到实验空间上的临界点，根据实验结果就可以建立新的理论，否定其他可能。但在物理学的很多重要方向，现在要设计出这样的好实验越来越难了。

遗传工程是最近几十年才发展起来的，仍充满活力。但生物基因的新研究方法，有很多也面临准确性、稳定性越来越差的情况。

即使生物基因工程能继续繁荣，也未必能弥补电子和计算机产业饱和所带来的衰退。靠生物基因工程一枝独秀，现在的后工业社会可能要被新的农业社会形态所取代。更理想的社会，是能多方面发展的 [17]。

继经典物理学（各种机械相关产业等等）、化学和凝聚态物理（能源、材料、电子产业等等）、生物学（农业和基因工程等等），下一个关注焦点是：智力科学能否形成并有潜力。而有些智力问题，跟算法复杂性无关。

科学新领域的形成和发展，需要新的思想来纠正现在的错误。Turing Test 只是主观、肤浅的经验测试，缺乏对智力原理的科学分析和针对性测试，所以不是科学实验。对未来的模式演变更无法解析，而处于盲目无知的状态。这种错误测试思维，使现在的人工智能，仍停留在经验方法上，误导了人工智能和智力理论的发展。

逻辑实际上是哲学上的一种初级方法，可以发现语言上的一些问题。亚里斯多德建立逻辑学是为了清除诡辩。但二十世纪的新研究发现，逻辑学本身有问题，并不能真正纠正诡辩问题，甚至会造成其它问题。逻辑无法为数学提供基础，当然更不能判断科学上的对错。所以，科学哲学和科学实验才是分辩对错的依据。科学哲学不但可以为科学理论和实验提供一些思路，而且是确保科学实验结果的有效性和正确解释的基础。

人工智能和神经网络，包括 ResNet 及其变种、Generative Adversarial Networks、Capsule networks 等等，在其流程的许多关键点上，都摆脱不了亚里斯多德哲学的主要问题。

主流教科书 AI: A Modern Approach 第三版在哲学基础和测试理论上的错误，是现在人工智能研究普遍面临的问题，也影响到无人汽车的问题。不加限制说明的 driverless Car，就是 SAE level 5，这需要 human specific intelligence 来处理未来模式的演变。只有深入的基础研究才能设计证伪实验。

在哲学上，“形而上学”和“逻辑实证主义”，这两个翻译过来的中文名词，在语义上都很不严谨，并造成严重误导。而这两种哲学思想本身，也有局限性，不可以作为全局性的哲学基础。

“白马非马”的例子，说明判断语义是否正确，需要涉及抽象概念和对前提条件的分析和界定等等。计算机和人工智能，在分析抽象概念和前提条件等等上，恰恰有本质的局限性。所以，即使能做一些自动翻译，也不能真正理解复杂抽象的语义。而教育、学术研究和司法等等许多重要应用，却需要准确分析语义的正确性。所以会造成严重问题。能作一些自动翻译，却不能真正分析理解复杂抽象语义，就是 Chinese room 的问题。

不理解语言、哲学、数学、科学的发展，就无法真正理解人类智力及其潜力。

这些问题，都源自目前教育和研究中的急功近利，及知识层次和学术境界的急剧下降。在智能挑战的时代，对逻辑和诡辩、图灵机和数学公理系统、科学哲学、和 human specific intelligence 的研究却严重不足，大学也缺乏这方面的课程和教育。这些也是产生 Technological Singularity 和“人类正在扮演上帝的角色”等误导的根源，并对未来的研究和发展，造成全局性的危机 [18]。

五、数学和科学的演变

从毕达哥拉斯到伽利略，是人类文明走上可持续发展的关键。

毕达哥拉斯的抽象化思维，创立了数学。他对算术和数的定义和体系，按现代抽象代数的概念也是成立的，但不适用于几何和其他一些系统。毕达哥拉斯算术系统本身在科学上是错的，但在数学上又是可以成立的、有价值的、可以继续发展的。所以数学不同于科学，也不能简单用数学来验证科学上的对错。

希帕索斯的发现，本来也是对数学和毕达哥拉斯体系的发展。但希帕索斯事件之后，毕达哥拉斯学派本身就没有太多成就了。其他群体则能继续他们的工作，后来居上。

[illegible]

[illegible] [19]。

[illegible]·[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]·[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] [20][illegible] [21]。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Leukotomy[illegible]Turing Test[illegible] AI[illegible]A Modern Approach [illegible] Wind Tunnel approach[illegible]Technological Singularity [illegible]“[illegible]”[illegible] Nature [illegible] AlphaGo Zero [illegible] superhuman [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Technological Singularity [illegible] AlphaGo Zero [illegible] superhuman [illegible] [22][illegible]

~~~~~~~~~~~~

[1] AI[illegible]A Modern Approach [illegible] “Aristotle... was the first to formulate a precise set of laws governing the rational part of the mind.”(On page 5)[illegible]

Galileo Galilei [illegible] Dialogue Concerning the Two Chief World Systems [illegible]

Immanuel Kant [illegible]

Gödel's theorems [illegible]

[illegible] "a precise set of laws governing the rational part of the mind"[illegible]

[illegible]

[illegible] Turing Test [illegible]

[2] [illegible]

[3] [illegible]

[4] [illegible]BRAIN Initiative [illegible] big data [illegible] BRAIN Initiative [illegible] big data [illegible]
~~~~~~~~~~~~

BRAIN Initiative □□ mental diseases□□□□ anxiety disorders like depression and post-traumatic stress disorder□obesity and eating disorders□bipolar disorder□and mental retardation □□□□□ disorders □□□ diseases□□□□□□

□□□BRAIN Initiative □□□□□□□ personalities □ mental diseases□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ Big Data □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

[5] □□□□□ Leucotomy in England and Wales, 1942-1954□□□□□ 9284 □□□□□41□□□□□□□□□□28□□□□□25□□□□□□□2□□□4□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ personality □ intelligence□□□□□□□ 25□□□□□□□□□□ personality □ intelligence □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ clinical condition □□□□□□□41□□□□□□□□□□ 28□□□□□□□□□□□□□□ clinical condition □□□□personality □ intelligence □□□□□□□□

□□□leucotomy □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□ Renato M.E. Sabbatini □□□□□□□Even lobotomy's preponents admitted that only one third of the operated patients would improve, while one-third remained the same, and one-third got worst □□□□□□□□□□□ Leucotomy in England and Wales, 1942-1954 □□□□□□□□http://www.cerebromente.org.br/n02/historia/lobotomy.htm□

□□□□ one third would improve □ one-third remained the same□□□□□□□□□□□ clinical condition□□□□ personality □ intelligence □□□□□

□□□□□□□□□□□ personality □ intelligence □□□□□□□□ leucotomy □□□□□□□□□□ BRAIN Initiative □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

[6] □□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ peer review□□□ peer review□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□AlphaGo Zero □□□□ superhuman □□□□□□ generic □ human□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ AlphaGo Zero □□□□□□□□□□□□

[7] □□□□ Cracking Go □□□□□□□□□□□□□□□□□□ Deep Blue □□□AlphaGo □□ AlphaGo □□□□□□□□□□□□□□□□□

[8] □□ http://www.alphago-games.com/□AlphaGo Zero □ AlphaGo Zero □□□□□□□□□□□□□□□□□ https://www.101weiqi.com/chessbook/player/38348/□□□□□□□

[9] AlphaGo Master □□□□□□AlphaGo Master □□□

[10] http://www.alphago-games.com/□□Full Strength of Alphago Zero, i.e. Final

Form，被称为 40 Blocks ◦20 Blocks 被称为 Not Full Strength of Alphago Zero。有更新结构的系统能击败 Alphago Zero 也是非常可能的。

[11] 我选择围棋作实验工具，是因为可以用围棋验证人工智能和计算机的一些基础科学理论，跟军事战略和战争艺术无关。围棋是和平的竞技，高度抽象而又直观。既古老又现代，能吸引亚洲以外的电脑研究。已经成为跨文化研究、交流的平台。

第一轮实验后，开发者可能修改软件。所以有些实验证据只能在第一轮实验中收集。第一轮实验需要跟最强版本电脑围棋作较大规模的实验，以收集足够的实验证据。

我对 AlphaGo 系列的实验不是白盒测试，不涉及知识产权。如果 Google 愿意公正地检验，可以仿照美国国会图书馆先例，先向国会图书馆递交 AlphaGo 柯洁版、AlphaGo Zero、和最新 AlphaGo 版本所需要的所有硬件、软件和文档，能捐款给图书馆用于管理和维护则更好。以后在第三方场地实验时，可以向国会图书馆核对软件、硬件和文档等版本。Human level artificial intelligence 的检验，是人类发展史上的里程碑。如果无人能对 AlphaGo 系列证伪，国会图书馆就有继续保留其版本的价值。其他人有实验想法，可以先做。如果其他人都失败了，就没有道理拒绝我的实验方案。

这也为美国政府了解人工智能的最新进展提供了渠道，并为以后的人工智能测试建立了一个范式。一旦相关实验设施建立好并熟悉了这种流程，以后重要的人工智能测试费用会大大降低。

[12] 根据新闻报道，2012 年时，就有盲人使用自动驾驶汽车；2015 年时，有盲人单独使用无人汽车。根据公开的事实，已经知道当时无人驾驶汽车没有成熟，对人工智能和无人驾驶汽车有误判和误导。也说明之前的经验测试不可靠。

我以前写过:“Go gaming is strictly defined within a very small space. Industrial automations are typically designed in well controlled environments, but not strictly defined. Car driving is regulated, but the environment is not well controlled”。无人驾驶汽车中的问题，远比电脑围棋复杂。而即使在电脑围棋中，仍有问题可以被证伪。

另外，无人驾驶汽车的测试，完全不同于其他汽车。汽车中的动力（油动或电动）、机械、电子等设计，早就具备坚实的科学基础。而无人驾驶的人工智能，没有科学基础，也未经严格控制条件的科学实验验证，危险性很大。

现在使用的是经验测试，无法解析未来模式的演变。而普通人可能需要很多年跟无人驾驶汽车的大规模互动，才能接触到其临界点，引发重大的模式演变。所以需要对智力的基础理论作前瞻研究，设计新的严格控制条件的科学实验来验证和证伪。

[13] 物理学界有人质疑时空是连续的。有人更以此质疑我的智力理论。对我的质疑毫无道理。第一，要看非连续的时空理论是否可验证。很多现代物理理论根本没法验证，没法验证的就不是科学。象围棋走法的数量超过宇宙的原子数就是这种理论，因为对宇宙原子数量的推测根本不可靠，也无法验证。第二，著名物理学家的观点不一定是对的，如牛顿迷恋炼金术。第三，时空的定义和时空的测量是两回事，我的智力理论跟时空在测量上是否是连续根本没有关系，我研究的是无理数在科学及其未来发展上是否不可缺少，这是智力科学的问题。这再次说明智力科学和物理学是不同的。

[14] 直觉只是人类智力中的一部分。郎道和理查德·费曼就是非常注重直觉的物理学家。下文中提到他们并不是最优秀的物理学家，他们自己也承认。

而 deep-learning ،reinforcement 等人工智能技术显然不具有人类直觉。我设计的对 AlphaGo Zero 的实验就可以验证这一点。

[15] Dialogue Concerning the Two Chief Word Systems 实际上把科学建立在 Socratic Method 和科学实验的基础上。文中有错误，特别是关于潮汐的。科学不是完美的，但科学需要能改进错误的方法。文中倡导的思考和方法，可以发现和纠正关于潮汐的错误。

伽利略文中的错误，和第谷的错误不一样。伽利略的思想方法是对的，理论体系也是对的。而第谷的思想方法是错的，理论体系也是错的。如果采用第谷的理论，就无法发展出牛顿的物理基本理论。混淆人工智能和人类智力，也无法发展出智力科学。

[illegible]

[illegible]

[16] [illegible] talent pool [illegible]

[illegible] talent pool [illegible]

[17] Personal computers[illegible]Internet[illegible]smartphones [illegible] digital cameras[illegible]GPS[illegible]smart wearables[illegible]virtual reality[illegible]quantum computer [illegible]

[illegible]

[18] [illegible]Universal approximation [illegible]Technological Singularity [illegible]AlphaGo Zero [illegible] superhuman [illegible]

[19] [illegible] 1819 [illegible] Ferdinand Schweikart [illegible]

[illegible] 1830 [illegible]

[illegible]Ferdinand Schweikart [illegible]

[20] [illegible]·[illegible]“[illegible]”

[illegible]

[21] [illegible]

[illegible]

[illegible]“[illegible]”[illegible]

[illegible]

[22] [illegible]

□□□